



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 657 471 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 21 C 19/06
G 21 C 19/08
G 21 F 9/34

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 449/82

②② Anmeldungsdatum: 19.01.1982

③③ Priorität(en): 20.01.1981 DE 3101540

②④ Patent erteilt: 29.08.1986

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 29.08.1986

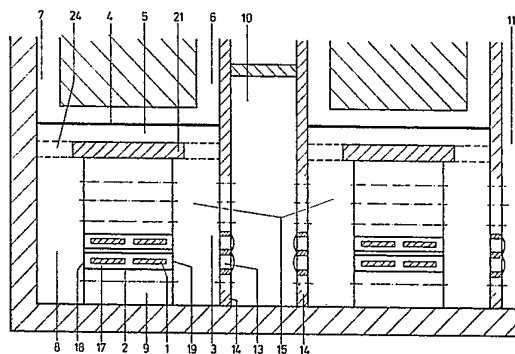
⑦③ Inhaber:
Nukem GmbH, Hanau 11 (DE)

⑦② Erfinder:
Schönfeld, Reinhard, Hasselroth 1 (DE)
Jeschar, Rudolf, Prof. Dr., Goslar 1 (DE)
Tenhumberg, Michael, Goslar 1 (DE)

⑦④ Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

⑤④ Vorrichtung zur Lagerung wärmefreisetzender Radionuklidkonfigurationen.

⑤⑦ Zur Lagerung wärmefreisetzender Radionuklidkonfigurationen, insbesondere abgebrannter Brennelemente, bei freier Kühlung mit Umgebungsluft, werden Vorrichtungen benötigt, die im Allgemeinen aus einem Gehäuse bestehen, versehen mit Beschickungsgang (10), Zu- (7) und Abluftkanälen (6) und geschlossenen Lagerzellen (15), die Lagergestelle (9) mit waagrecht oder schräg angeordneten Lagerschächten (2) zur Aufnahme der Radionuklidkonfigurationen, enthalten. Diese Vorrichtungen sollen eine sichere Wärmeabfuhr gewährleisten, bei möglichst optimaler Kühlluftführung und die Umgebungsluft gegen Direkteinstrahlung schützen. Dazu werden die Decken (4) der Lagerzellen (15) als Wärmetauscher ausgebildet und innerhalb der Lagerzellen (15) an den Lagerschachtöffnungen (18, 19) an funktionell und räumlich getrennte Auftriebs- (3) und Abtriebskamine (8) angeordnet.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Lagerung wärmefreisetzender Radionuklidkonfigurationen oder Behälter mit radioaktiven Stoffen, bei freier Kühlung mit Umgebungsluft, im Wesentlichen bestehend aus einem Gehäuse mit Beschickungsgang, Zu- und Abluftkanälen und mit Decken versehenen geschlossenen Lagerzellen, die Lagergestelle oder Lagerblöcke mit waagrecht oder schräg angeordneten Lagerschächten als Lagerpositionen für die Radionuklidkonfigurationen oder die Behälter mit radioaktiven Stoffen enthalten, wobei die Lagerschächte in axialer Richtung von Kühlluft durchströmt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Decken (4) der Lagerzellen (15) als Wärmetauscher ausgebildet und innerhalb der Lagerzellen (15) an den Lagerschachtöffnungen (18, 19) senkrecht stehende, räumlich und funktionell getrennte Auftriebs- (3) und Abtriebskamine (8) angeordnet sind, die im Bereich der Lagergestelle (9) gegen diese offen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Beschickungsgang (10) als Auftriebs- (3) oder Abtriebskamin (8) ausgestaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für jedes Lagergestell (9) eine Auftriebs- (3) und ein Abtriebskamin (8) vorhanden ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Decke (4) der Lagerzelle (15) in Richtung des Abtriebskamins (8) geneigt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel der Decke (4) $\leq 15^\circ$ beträgt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Decke (4) der Lagerzellen (15) mit Kühlrippen (22) versehen ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Decke (4) mit strahlungsabschirmenden Einbauten (21) innerhalb der Lagerzellen (15) versehen ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Decke (4) aus einem metallischen Werkstoff besteht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche der metallischen Decke (4) einer korrosionshemmenden und/oder einer die Wärmeabgabe durch Strahlung begünstigenden Behandlung unterzogen ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Decke (4) der Lagerzellen (15) mehrstufig ausgeführt ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass an den Eintritts- (18) bzw. Austrittsöffnungen (19) der Lagerschächte (2) Einbauten (20) angebracht sind, die einen in der gewünschten Strömungsrichtung geringeren Strömungswiderstand aufweisen als in der entgegengesetzten Richtung.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der freie Raum zwischen den übereinander angeordneten Lagerschächten (2) querströmungsbehindernde Einbauten (16) enthält.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auftriebs- (3) bzw. Abtriebskamine (8) gegen den Beschickungsgang (10) mit schliessbaren Chargieröffnungen (13) versehen sind.

Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Lagerung wärmefreisetzender Radionuklidkonfigurationen, die gegebenenfalls in Behältern eingeschlossen sind, bei freier Kühlung mit Umgebungsluft, im wesentlichen bestehend aus

einem Gehäuse mit Beschickungsgang, Zu- und Abluftkanälen und mit Decken versehenen verschlossenen Lagerzellen, die Lagergestelle oder Lagerblöcke mit waagrecht oder schräg angeordneten Lagerschächten als Lagerpositionen für die Radionuklidkonfigurationen oder die Behälter mit radioaktiven Stoffen enthalten, wobei die Lagerschächte in axialer Richtung von Kühlluft durchströmt werden.

Radioaktive Stoffe und Radionuklidkonfigurationen, wie z. B. abgebrannte Kernbrennelemente oder verglaster hochradioaktiver Abfall, erzeugen beim Zerfall Wärme, so dass bei ihrer Lagerung eine ständige Kühlung erforderlich ist. Dies setzt voraus, dass das stete Vorhandensein eines Kühlmediums sichergestellt ist und dass keine unzulässigen Aktivitätsmengen mit dem Kühlmedium abgeleitet werden. Diese Forderungen werden beispielsweise durch ein mit Umgebungsluft direkt oder indirekt gekühltes Lager erfüllt.

Für die trockene Zwischenlagerung von wärmefreisetzenden Radionuklidkonfigurationen werden verschiedene Konzeptionen vorgeschlagen.

So wird in der DE-OS 2 730 729 vorgeschlagen, die Behälter mit dem radioaktiven Abfall in senkrechten, axial von unten nach oben mit Luft durchströmten Schächten, einzeln oder mehrfach übereinander gestapelt, zu lagern. In der DE-OS 2 906 629 erfolgt die Lagerung in horizontalen, von aussen in vertikaler Richtung querangeströmten Schächten, wobei die Behälter einzeln oder mehrfach hintereinander angeordnet sind. In beiden Fällen kann sowohl mit direktem, als auch mit indirektem Kühlsystem gearbeitet werden.

Die DE-OS 2 837 839 beschreibt die Lagerung von Behältern in horizontalen Lagerblöcken mit seitlich angeordneten, in vertikaler Richtung querangeströmten Kühlkörpern. Auch die Lagerung in vertikalen Lagerbehältern mit stirnseitigem Abschirmdeckel, der gleichzeitig als Kühlkörper dient, ist bekannt (Nuclear Technology, Vol. 24, Dez. 1974) desgleichen die Lagerung horizontal mit Queranströmung innerhalb eines geschlossenen Raumes und Wärmeabfuhr mittels Wärmerohren an die Umgebung (Atom und Strom, Jg. 26 (1980)4).

Der Hauptnachteil der in DE-OS 2 730 729 beschriebenen Lagerung besteht in der Kühlung mit seitlich angeordneten Wärmetauschern (Wände) und der dazu erforderlichen Strömungsführung. Die dort aus den vertikal angeordneten Schächten mit maximaler Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit austretenden Zellenluft prallt auf die ebene Decke und wird dann horizontal zu den seitlichen Wärmetauschern geführt.

Durch eine Prallströmung auf die ebene Decke wird Strömungsenergie vernichtet. Desweiteren wird die horizontale Strömung zu den Wärmetauschern durch das äussere Kraftfeld (Gravitation) nicht begünstigt, da die erwärmte Luft bestrebt ist, nach oben aufzusteigen.

Ein weiterer Nachteil des in der DE-OS 2 730 729 angeführten Konzeptes besteht darin, dass eine eindeutige Zuordnung der aus dem Lagergestellbereich abzuführenden Wärme zu einem der beiden Wärmeaustauscher nicht möglich ist.

Der Hauptnachteil der in der DE-OS 2 837 839 und in «Nuclear Technology» beschriebenen Vorrichtungen besteht darin, dass für den Wärmezufuss aus den Lagerbehältern an den Kühlkörper steile Temperaturgradienten erforderlich sind, die zu thermischen Belastungen des Lagergutes führen können. Besonders nachteilig bei der Lagerkonzeption nach der DE-OS 2 837 839 ist, dass der Kühlkörper aus einem massiven, gut wärmeleitenden Stoff besteht, in der Regel aus Metall, wodurch sich sehr hohe Kosten ergeben. Ausserdem müssen durch das grosse Gewicht der Lagerblöcke mit Kühlkörper besondere bautechnische Anforderungen an die Lagergestelle gerichtet werden.

Die wesentlichen Nachteile des in «Atom und Strom» beschriebenen Konzeptes bestehen darin, dass eine eindeutige Zuordnung der aus dem Lagergestellbereich abzuführenden Wärme zu einem der beiden «Wärmerohrbündel-Wärmetauscher» nicht gegeben ist und dass keine praktischen Erfahrungen über das Verhalten von Wärmerohren im Strahlenfeld bestehen. Ausserdem erfolgt die Wärmeabfuhr auch hier seitlich, womit eine nicht optimale Strömungsführung gegeben ist.

Bei der in der DE-OS 2 906 629 beschriebenen Vorrichtung ist auch der Umstand nachteilig, dass die Umgebungsluft dem Strahlenfeld der radioaktiven Stoffe ohne grössere Abschirmungsmassnahmen ausgesetzt ist.

Bei allen Vorrichtungen zur Zwischenlagerung wärme-freisetzender Radionuklidkonfigurationen mit indirekter Kühlung infolge freier Konvektionsströmung, haben sich wesentliche Nachteile vor allem hinsichtlich einer optimalen Strömungsführung und damit auch einer optimalen Wärmeabfuhr sowie Abschirmung der Umgebungsluft gegen Direktstrahlung durch radioaktive Stoffe ergeben.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Lagerung wärme-freisetzender Radionuklidkonfigurationen oder Behälter mit radioaktiven Stoffen bei freier Kühlung mit Umgebungsluft, zu schaffen, im wesentlichen bestehend aus einem Gehäuse mit Beschickungsgang, Zu- und Abluftkanälen und mit Decken versehenen, geschlossenen Lagerzellen, die Lagergestelle oder Lagerblöcke mit waagrecht oder schräg angeordneten Lagerschächten als Lagerpositionen für die Radionuklidkonfigurationen oder die Behälter mit radioaktiven Stoffen enthalten, wobei die Lagerschächte in axialer Richtung von Kühlluft durchströmt werden. Mit dieser Vorrichtung sollte eine Verbesserung der Kühlluft-Strömungsführung erreicht und damit eine sichere Wärmeabfuhr gewährleistet werden. Ausserdem sollte die Umgebungsluft gegen die Direktstrahlung der eingelagerten radioaktiven Stoffe abgeschirmt werden.

Diese Aufgabe wurde erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Decken der Lagerzellen als Wärmetauscher ausgebildet und innerhalb der Lagerzellen an den Lagerschachtöffnungen senkrecht stehende, räumlich und funktionell getrennte Auftriebs- und Abtriebskammine angeordnet sind, die im Bereich der Lagergestelle gegen diese offen sind.

Dabei kann es vorteilhaft sein, für jedes Lagergestell jeweils einen separaten Auftriebs- und Abtriebskamin anzuordnen, oder den Beschickungsgang als gemeinsamen Auftriebs- oder Abtriebskamin für zwei Lagergestelle auszugestalten.

Weiterhin ist es vorteilhaft, die Lagerzellendecke in Richtung des Abtriebskamines zu neigen, wobei sich Winkel von $\leq 15^\circ$ als günstig erwiesen haben.

Durch die Anordnung eines separaten Auftriebskamins, über den die erwärmte Luft der als Wärmetauscher gestalteten Decke der Lagerzelle zugeführt wird, und eines separaten Abtriebskamins wird eine eindeutige Funktionstrennung von Auftriebskamin für das erwärmte Kühlmittel und Abtriebskamin für das an der Decke abgekühlte Kühlmittel erzielt. Sowohl Auftriebskamin, als auch Abtriebskamin sind in Richtung des Erdschwerefeldes, d.h. senkrecht ausgerichtet, was besonders günstig im Hinblick auf die Grösse der Druckverluste ist und was damit das Temperaturniveau im Lager günstig beeinflusst.

Den Wärmetauscher dort anzuordnen, wo die höchste Lufttemperatur innerhalb des Kühlkreislaufes auftritt, nämlich oberhalb der Lagergestelle, erweist sich aus thermodynamischer Sicht als besonders günstig, da dadurch der thermodynamische Wirkungsgrad des Wärmetauschers am grössten ist.

Um die Umgebungsluft beim Durchströmen des Wärmetauschers (Decke) vor dem Einwirken von Direktstrahlung seitens des Lagergutes noch besser zu schützen, können vorteilhafterweise Einbauten unterhalb und seitlich der Decke zur Abschirmung der Strahlung angeordnet werden. Auftriebs- und Abtriebskamin sind dabei vorzugsweise konstruktiv so gestaltet, dass Streustrahlungseffekte vermieden werden.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung wird nachstehend anhand der schematischen Figuren 1 bis 6 beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: schematische Darstellung des Lagers mit abgetrenntem Beschickungsgang und verschliessbaren Chargieröffnungen,

Fig. 2: Querschnitt durch eine Lagerzelle,

Fig. 3: Querschnitt durch einen schematisch dargestellten Lagerschacht,

Fig. 4: Längsschnitt durch einen schematisch dargestellten Lagerschacht,

Fig. 5: schematische Darstellung und Strömungsprinzip, Variante Beschickungsgang = Auftriebskamin und

Fig. 6: schematische Darstellung und Strömungsprinzip, Variante abgetrennter Beschickungsgang mit verschliessbaren Chargieröffnungen.

Die Vorrichtung besteht aus einer oder mehreren Lagerzellen (15), normalerweise getrennt durch Beschickungsgänge (10), die in einem Gebäude untergebracht sind. In diesen Lagerzellen (15) befinden sich Lagergestelle (9) bzw. Lagerblöcke mit Lagerschächten (2). Die mit dem Lagergut gefüllten Lagerbehälter (1) werden in die vorzugsweise leicht geneigten Lagerschächte (2) eingebracht und gegebenenfalls durch diese kontinuierlich hindurchgeschoben. Zur Zentrierung der Lagerbehälter (1) im Lagerschacht (2) dienen normalerweise Abstandshalter (12), die gleichzeitig als Berührung der Behälteroberfläche wirken können. Lagerbehälter (1) und Lagerschächte (2) bilden dabei einen freien Strömungsraum aus, der von der Kühlluft in axialer Richtung durchströmt werden kann. Bei im Querschnitt kreisförmigen Lagerbehältern (1) und im Querschnitt kreisförmigen Lagerschächten (2) ergibt sich als freier Strömungsquerschnitt ein Ringspalt (17). Andere geeignete Schachtquerschnitte, z.B. für rechteckige Lagerbehälter, sind möglich. Die Anordnung der Lagerschächte (2) in den Lagergestellen (9) ist beliebig, vornehmlich jedoch horizontal und quadratisch oder hexagonal (Fig. 1). Die Kühlluft erwärmt sich auf ihrem Weg durch die freien Strömungsräume (17) entlang der beheizten Lagerbehälter und Lagerschachtoberflächen. Die innenseitige Schachtoberfläche wird dabei sekundär durch Wärmetransport infolge Wärmestrahlung von den Lagerbehälteroberflächen beheizt. Die erwärmte Kühlluft strömt aus dem Lagerschacht (2) in den senkrechten Auftriebskamin (3) und steigt dort auf.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung handelt es sich um ein indirekt gekühltes Lager, bei dem die erwärmte Kühlluft zu der vorzugsweise leicht in Strömungsrichtung geneigten, als Kühlfläche ausgebildeten Decke (4) geführt wird, entlang der sie sich bis auf die Lagerschachteintrittstemperatur abkühlt. Nach Austritt aus dem längs der Decke (4) angeordneten und von der Decke (4) und dem Lagerblock (9) bzw. Einbauten (21) gebildeten Kühlkanal (5) gelangt die Kühlluft über den Abtriebskamin (8) wieder zu den Lagerschächten (2). Die Umgebungsluft, die als äussere Kühlluft für die Kühlfläche über die Decke (4) streicht, gelangt über einen Zuluftkanal (7) an die Decke (4), wo sie erwärmt wird. Die so erwärmte Umgebungsluft wird über einen Abluftkanal (6) an die Umgebung zurück geführt.

Auftriebskamin (3) und Abtriebskamin (8) sind dabei durch Chargieröffnungen (13) enthaltende Begrenzungswän-

de (14) vom Beschickungsgang (10) und gegebenenfalls von einem Entnahmegang (11) abgetrennt.

Wird auf einen kontinuierlichen Lagerbetrieb verzichtet, so entfällt der Entnahmegang (11) und damit die Chargieröffnungen an dieser Begrenzungswand.

Daneben ist es auch möglich, die örtliche Trennung zwischen Auftriebskamin (3) bzw. Abtriebskamin (8) und Beschickungsgang (10) aufzuheben und den Beschickungsgang direkt als Auftriebskamin (3) bzw. Abtriebskamin auszubilden (Fig. 5). In diesem Fall entfallen auch hier die Begrenzungswände (14) mit den Chargieröffnungen (13).

Durch die Neigung der Decke (4) und der Lagerschächte (2), kann für eine eindeutige Richtung der Umluftströmung gesorgt werden.

Die Vorgabe einer eindeutigen Richtung der Umluftströmung kann auch erreicht werden, wenn die Ausgestaltung der einzelnen Lagerschächte (2) im Lagergestell (9) und des Kühlkanals (5) so erfolgt, dass die Strömungswiderstände für beide Durchströmungsrichtungen unterschiedlich gross sind. Der Strömungswiderstand in der gewünschten Strömungsrichtung muss dabei kleiner sein, als derjenige für die entgegengesetzte Richtung. Das erreicht man durch entsprechend geformte Einbauten (20) an den Lagerschachtöffnungen (18, 19).

Die Strömungsrichtung im äusseren Kühlkreislauf kann durch unterschiedliche Höhen des Zuluftkanals (7) und Abluftkanals (6) am Gehäuse ebenfalls gewählt werden.

Ein Deckenneigungswinkel von $\leq 15^\circ$ hat sich als vorteilhaft erwiesen. Er ist auch aus bautechnischen Gründen anzustreben, um die Gehäusehöhe nicht höher als notwendig werden zu lassen.

Die Ausstattung der als Wärmetauscher ausgestalteten Decke (4) mit Kühlrippen (22) erweist sich aus thermodynamischen Gesichtspunkten als empfehlenswert. Durch die Vergrösserung der wärmeübertragenden Fläche wird das Temperaturniveau im Lager gesenkt und ausserdem wird, bei bestimmter Kühlleistung, der Raumbedarf für die Decke (4) verkleinert.

Die Abschirmung der Decke (4) durch Einbauten (21) (z. B. eine eingezogene dicke Betondecke) verhindert eine Direktbestrahlung der im äusseren Kühlkreis geführten Umgebungsluft. Staubaktivierung und Bestrahlung anderer Substanzen, die mit der Umgebung in den Wärmetauscher gelangen, wird somit auf minimale Werte begrenzt.

Für die Einbauten (21) werden Materialien verwendet, die vor allem eine Schwächung der Strahlendosis bewirken. Geeignete Materialien sind z. B. Beton, Eisen oder Blei. Die strahlenabschirmenden Einbauten (21) sind beispielsweise als abgehängte Betondecken ausgeführt. Diese Decke (21) kann direkt über dem Lagergestell (9) angeordnet werden. Sie hat im Bereich der Auf- (3) bzw. Abtriebskamine (8) Öffnungen (24), die ein Ein- bzw. Ausströmen der Kühlluft in den bzw. aus dem Kühlkanal (5) ermöglichen.

Auftriebs- (3) bzw. Abtriebskamine (8) sind konstruktiv so gestaltet, dass Streustrahlungseffekte vermieden werden, d. h. eine ungehinderte Einstrahlung vom radioaktiven Material in die Auf- (3) bzw. Abtriebskamine (8) und Strahlungsfortpflanzung durch Streuungen an den Begrenzungswänden wird verhindert.

Die Decke (4) aus einem metallischen Werkstoff (z. B. Stahl) herzustellen, erweist sich deshalb als besonders günstig, da Metalle in der Regel sehr gute wärmeleitende Eigenschaften besitzen und damit der Wärmedurchgangswiderstand zwischen innerem und äusserem Kühlkreislauf minimiert wird. Aus dem gleichen Grunde ist es empfehlenswert, die Oberfläche der metallischen Decke (4) einer den Wärmetransport durch Strahlung begünstigenden Behandlung (z. B. Eloxieren, schwarzer Anstrich) zu unterziehen.

Ein Korrosionsschutz (z. B. Verzinken, Eloxieren) bietet die Gewähr, dass die Decke (4) auch über einen längeren Zeitraum den gestellten Anforderungen entspricht.

Die Lagerschächte (2) und die Lagerbehälter (1) im Querschnitt kreisförmig auszubilden, erweist sich aus Kostengründen als günstig. Andere Querschnitte, wie z. B. quadratisch oder hexagonal, sind selbstverständlich auch anwendbar.

Die schliessbaren Chargieröffnungen (13) in den Begrenzungswänden (14) erweisen sich deshalb als besonders günstig, da durch sie eine örtliche Trennung zwischen Lagerzelle (15), Beschickungsgang (10) und Entnahmegang (11) möglich ist, was im Hinblick auf eventuelle Interventionsmassnahmen von grossem Vorteil ist.

Querströmungsbehindernde Einbauten (16) innerhalb der Lagergestelle (9) können vorteilhafterweise das Ausbilden eines Wärmestaus am höchsten Punkt des Lagergestells und somit auch die Möglichkeit lokaler hot-spot-Bildungen verhindern.

Durch die Aufheizung der Lagerschachtwände (2) infolge des Wärmetransports durch Strahlung von der Oberfläche der Lagerbehälter wird die Luft in den Zwischenräumen der Lagergestelle (9) erwärmt und steigt nach oben, wo sie sich im oberen Bereich der Lagergestelle (9) sammelt, womit dort die Möglichkeit eines Wärmestaus besteht.

Um dies zu vermeiden, sind daher beispielsweise quer angeordnete Bleche (16) in den Zwischenräumen der Lagergestelle (9) angebracht, um die Luft am Aufwärtsströmen zu hindern.

Selbstverständlich lässt sich die erfindungsgemässe Vorrichtung auch mit mehreren hintereinander geschalteten Wärmetauschern als mehrstufiges Wärmetauschersystem ausführen (Fig. 6), wobei die Decke (4) mehrstufig ausgeführt ist.

Dies bedeutet, dass die in der Lagerzelle (15) erzeugte Wärme an der Lagerzellendecke (4) nicht direkt an die Umgebungsluft abgegeben wird, sondern an einen weiteren geschlossenen Kreislauf (23) der dann die Wärme an die Umgebungsluft abgibt.

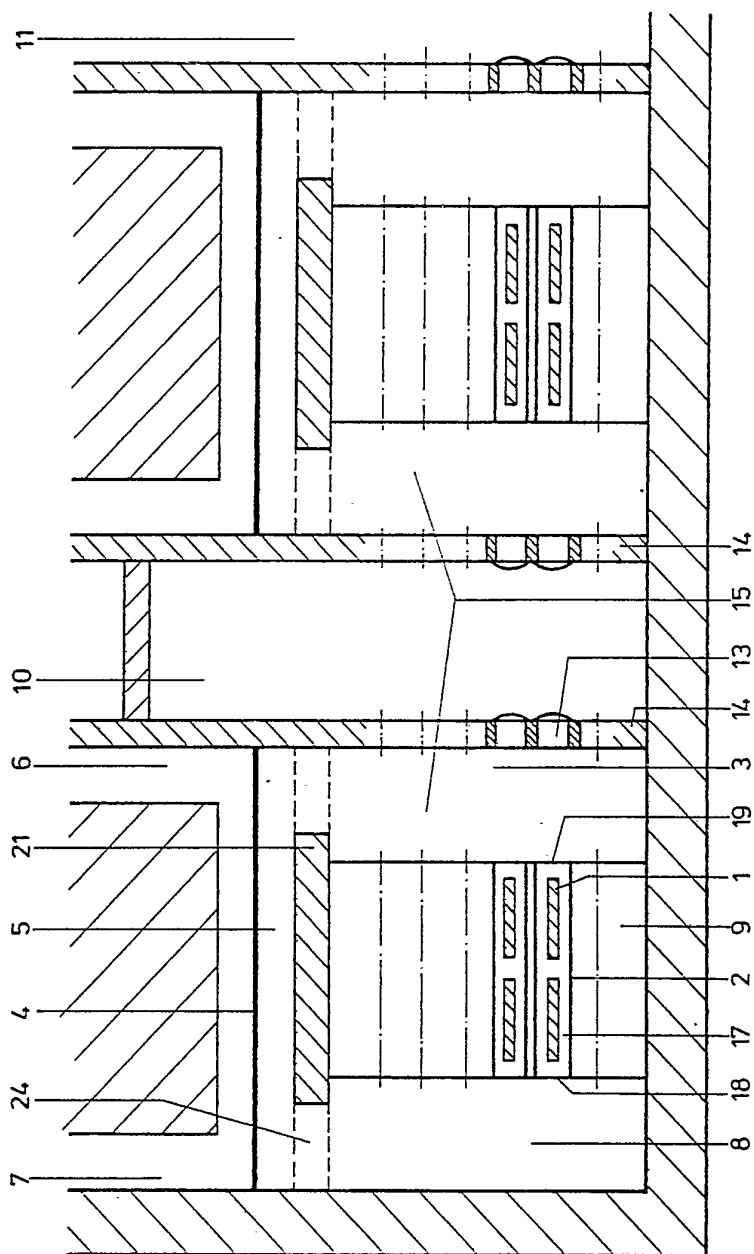


FIG.1

FIG.3

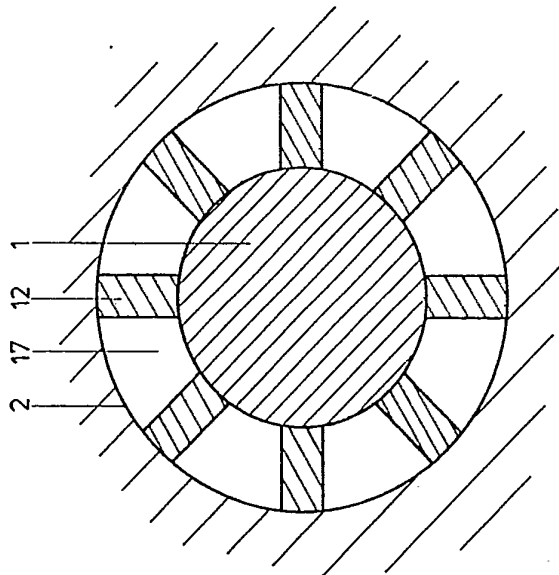


FIG.4

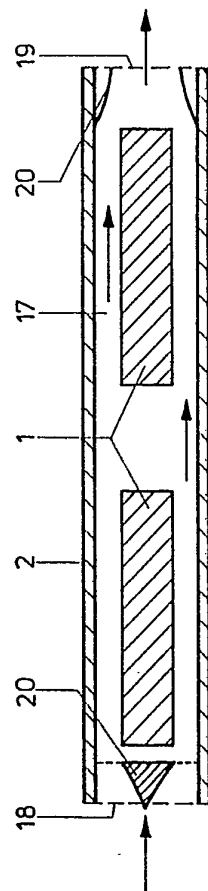


FIG.2

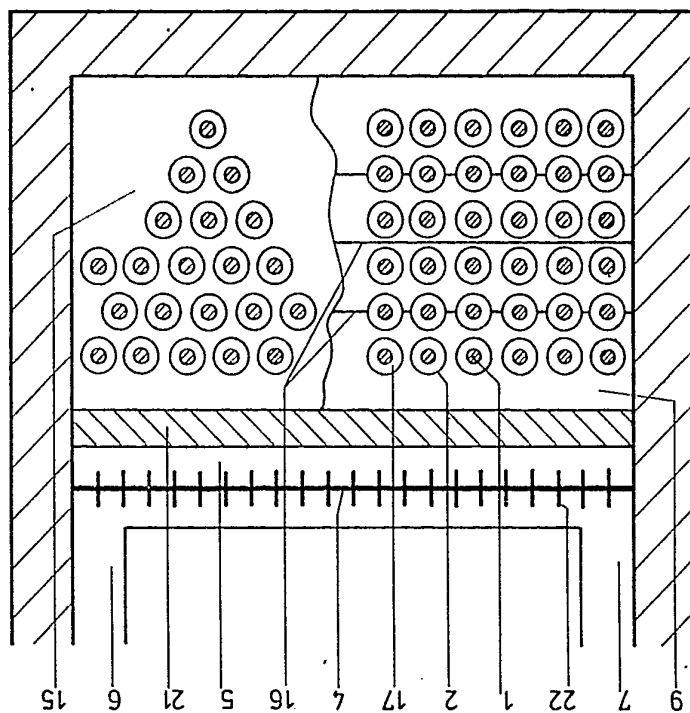


FIG. 6

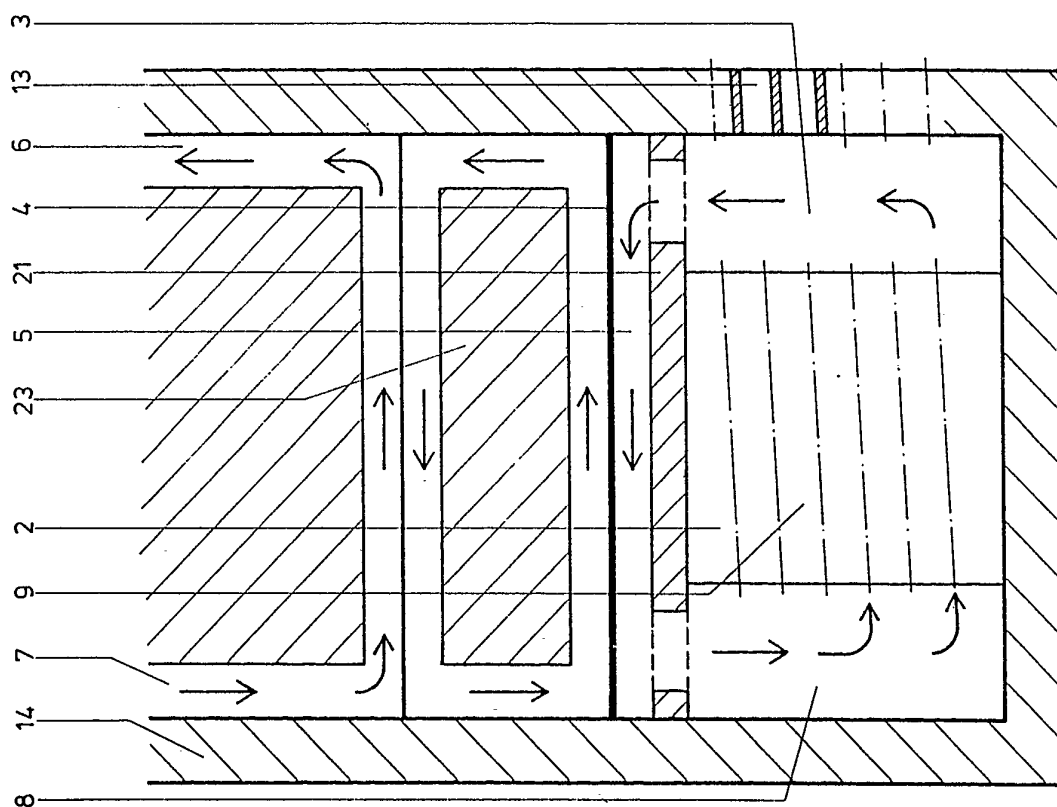


FIG. 5

